

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
10. Juni 2004 (10.06.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/049755 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H04R 1/30, 1/28, 1/02

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/012989

(22) Internationales Anmeldedatum:  
20. November 2003 (20.11.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 55 794.2 28. November 2002 (28.11.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): DAIMLERCHRYSLER AG [DE/DE]; Ep-lestr. 225, 70567 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HOFMANN, Marcus [DE/DE]; Fellbacher Strasse 21, 70327 Stuttgart (DE). LINHARD, Klaus [DE/DE]; Gundershofen 86, 89601 Schelklingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SI, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), curasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

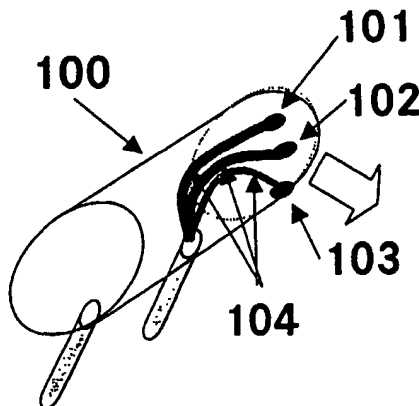
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: ACOUSTIC WAVE GUIDANCE IN A VEHICLE

(54) Bezeichnung: AKUSTISCHE SCHALLFÜHRUNG IM FAHRZEUG



(57) Abstract: The aim of the invention is to ensure the same high quality of acoustic radiation from audio systems on each seat of current vehicles. Said aim is achieved by a novel acoustic device for generating audio signals, which allows sound sources to be integrated into the area located near the headrest of a vehicle seat such that the volume can be regulated in an individual manner without unduly disturbing the other passengers in a vehicle, who hear the audio signals to a significantly reduced extent. The headrest does not comprise any loudspeakers, thus offering good creative possibilities regarding accident protection and design. The acoustic near field at the headrest is generated by means of a sound line. The loudspeaker is disposed inside the backrest or under the seat, for example, while the sound line terminates in the headrest. Tuned pipes, the end of which is adjusted to the acoustic impedance of the clearance zone, are used as a sound line.

(57) Zusammenfassung: Die Audio-Beschallung in heutigen Fahrzeugen soll auf jedem Sitzplatz eine gleich hohe Qualität gewährleisten. Die neuartige akustische Vorrichtung zur Erzeugung

von Audio Signalen erlaubt nun die Integration von Schallquellen im Nahbereich der Kopfstütze eines Fahrzeugsitzes und ermöglicht so eine individuelle Lautstärkeregelung, ohne die weiteren Insassen in einem Fahrzeug übermäßig zu stören. Das Mithören der weiteren Insassen ist deutlich reduziert. Die Kopfstütze selbst enthält keine Lautsprecher und bietet damit gute Gestaltungsmöglichkeiten für den Unfallschutz und das Design. Das akustische Nahfeld bei der Kopfstütze wird durch eine Schalleitung erzeugt. Der Lautsprecher befindet sich z.B. in der Rückenlehne oder unter dem Sitz, und die Schalleitung endet in der Kopfstütze. Als Schalleitung werden akustisch abgestimmte Rohre verwendet, deren Abschluss an die akustische Impedanz des Freiraums angepasst ist.

WO 2004/049755 A1

"EXPRESS MAIL" LABEL NO.: 6V5505-802004 US  
I HEREBY CERTIFY THAT THIS PAPER IS BEING DEPOSITED WITH THE UNITED STATES POSTAL SERVICE "EXPRESS MAIL" POST OFFICE TO ADDRESS "SERVICE UNDER 37 CFR 1.101 IN AN ENVELOPE ADDRESSED TO: THE COMMISSIONER OF PATENTS, P.O. BOX 1480, ALEXANDRIA, VA 22313-1480, ON THIS DATE. THE COMMISSIONER IS HEREBY AUTHORIZED TO CHARGE ANY FEES ARISING HEREFROM AT ANY TIME TO USPTO ACCOUNT 16-0877.

5/16/05  
DATE  
SIGNATURE

## Akustische Schallführung im Fahrzeug

Die Erfindung betrifft eine akustische Vorrichtung zur Erzeugung von Audiosignalen nach den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

Die Audio-Beschallung im heutigen Fahrzeugen soll auf jedem Sitzplatz eine gleich hohe Qualität gewährleisten. Es ist das Ziel dass alle Insassen praktisch das gleiche Audio-Signal in gleicher Qualität und mit gleicher Lautstärke hören; in aufwendigen Systemen auch mit Stereo- oder Surround Effekt. In der Regel kann bei heutigen kommerziellen Geräten jedoch nur die Lautstärke grob ausbalanciert werden, zwischen „rechts“ und „links“ und zwischen „vorne“ und „hinten“. Eine feinere Lautstärkeeinstellung für jeden Sitzplatz ist nicht möglich. Es sind Techniken bekannt die auf die Trennung der Audio-Ausgabe abzielen um damit räumlich benachbarten Personen ganz unterschiedliche Audio-Programme darbieten zu können. So beschreibt beispielsweise die WO 01/08449 A1 ein Verfahren zur Wiedergabe von Audioschall mit Ultraschall-Lautsprechern, bei welchem das wiederzugebende Audiosignal durch eine Amplitudenmodulation mit einem Trägersignal im Ultraschall-Frequenzbereich verknüpft wird. Solche Techniken dienen der Schallbündelung mit Hilfe eines modulierten Ultraschallsignals. Der hörbare Audioschall wird hierbei entlang des mit sehr hohem Pegel abgestrahlten Ultraschallbündels durch die Nichtlinearität der Luft erzeugt und scharf bündelnd aufaddiert.

Eine Möglichkeit der Audio-Erzeugung direkt in der Kopfstütze eines Fahrzeugsitzes wird beispielsweise in der Patentanmeldung EP 1 077 156 A1 aufgezeigt. Dabei ist der Lautsprecher in der Kopfstütze integriert. Der Schallaustritt erfolgt durch einen integrierten, in Form eines Horns ausgeführten Resonator der sich dem Lautsprecher anschließt. Eine weitere Möglichkeit der Audio-Erzeugung in der Kopfstütze mit Richtwirkung wird in der Schrift EP 1 077 583 A2 beschrieben. Die Richtwirkung wird hierbei dadurch erzeugt, dass der in Richtung der Rückseite der Kopfstütze ausgesandte Schall des in die Kopfstütze integrierten Lautsprechers mit ausgenutzt wird. Der generelle Nutzen einer Audio-Beschallung als Nahfeld im Kopfbereich ist, dass die Person in unmittelbarer Nähe gut beschallt wird und etwas weiter entfernte Personen mit deutlich reduzierter Lautstärke beschallt werden. Zusätzlich ergibt sich durch die Beschallung an der Kopfstütze eine gute Möglichkeit räumliche Audio-Effekte wie z.B. Stereo zu erzielen. Nachteilig an diesen Anordnungen, bei welchen sich der Lautsprecher des akustischen Systems direkt in der Kopfstütze befindet, ist vor allem die reduzierte Unfallsicherheit, da in der ansonsten weichen Kopfstütze relativ große harte Gegenstände integriert sind, welche zu Kopfverletzungen führen könnten. Des weiteren werden durch die Integration verhältnismäßig großvolumiger Lautsprecher die optischen Gestaltungsmöglichkeiten der Kopfstütze stark eingeschränkt.

Die Schrift JP 04 172 795 A beschreibt eine akustische Vorrichtung, bei welcher der Schallwandler und der Schallaustrittsort räumlich voneinander getrennt sind. Hierbei wird der Schall zwischen Schallwandler und Schallaustrittsort durch ein rohrförmiges Schallleitung geführt. Zur akustischen Impedanzanpassung der Luft innerhalb der Schallleitung an die Umgebung wird ein hornförmiger Leitungsabschluss vorgeschlagen. Dabei wird der Leitungsabschluss zur Dämpfung von Re-

flektionen vorzugsweise durch eine geeignete Ausformung von schallabsorbierendem Material geschaffen. Das Patent DE 689 19 495 T2 beschreibt ein ähnliches System mit Schallleitung zwischen Schallwandler und Schallaustrittsort, wobei hierbei die akustische Impedanzanpassung durch die Anbringung von Ringgliedern an der Schallaustrittsöffnung geleistet wird. Dabei weist das Material, aus welchem diese Ringglieder gefertigt werden, eine der Luft entsprechende Permeabilität auf. Hierbei führt der zusätzliche Auftrag der Ringglieder jedoch zu einer Vergrößerung der Abmaße der Austrittsöffnungen der Schallleitung.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein akustische Vorrichtung zu schaffen, welche zum einen in der Nähe ihres Schallaustrittsortes keine großvolumigen harten Bauelemente aufweist und zum anderen eine möglichst gute Anpassung der akustischen Impedanz zwischen der von einem Schallwandler erzeugten Luftsäule und der Umgebungsluft aufweist.

Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Die Lösung der Aufgabe besteht in der erfinderischen Ausgestaltung einer akustischen Vorrichtung zur Erzeugung von Audiosignalen, bei welcher der Schallwandler und wenigstens eine Schallaustrittsort räumlich voneinander getrennt sind. Solche Vorrichtungen verfügen über eine luftführende Schallleitung, die mit dem Schallaustrittsort in Verbindung steht, und bei der ein Mittel vorgesehen ist, um eine akustische Impedanzanpassung der Luft in der Schallleitung und der Umgebungsluft zu erreichen, um Resonanzeffekte zu vermindern. Das Mittel zur akustischen Resonanzanpassung besteht dabei aus einem Ma-

terial, welches die akustische Impedanz von Luft aufweist. In erfinderischer Weise wird nun dieses Material flächig und schlüssig über der wenigstens einen Schallaustrittsöffnung angebracht. Hierdurch wird gewinnbringend eine akustische Impedanzanpassung erreicht, welche nicht nur den kleinst möglichen Bauraum benötigt, sondern welche zugleich auch Schutz gegen Schmutzeintrag in die Vorrichtung bietet.

In besonders vorteilhafter Weise besteht das die akustische Impedanz von Luft aufweisenden Material, aus einem fasrigen und/oder porösen Material, insbesondere aus Filz, Schwammmaterial, ungewebten Stoff oder Felt-Metall. Da die akustische Impedanz von Luft bei 41,4 Rayl liegt, sollte das zum Abschluss der Schallleitung dienende Material ebenfalls einen Rayl-Wert in dieser Größenordnung aufweisen. Im Handel sind beispielsweise als Feltmetal bezeichnete Materialien mit entsprechenden Raylwerten problemlos erhältlich. Der Verschluss der Rohrendes mit Material, welches einen Wert von etwa 40 Rayl aufweist, simuliert ein unendlich langes Rohr und führt hierdurch zu einem idealen resonanzfreien Schallaustritt. In besonders vorteilhafter Weise sollte die Dicke des verwendeten Felt-Metalls in der Größenordnung von 1 mm liegen, so dass zum einen ausreichende Stoß- und Druckfestigkeit zum anderen eine möglichst geringe Dämpfung der zu übertragenden Schallwellen gegeben ist.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und Figuren im Detail beschrieben.

Figur 1 zeigt die innerhalb eines Kraftfahrzeugs vorhandenen Einflüsse auf die Ausbreitung akustischer Schallwellen auf.

Figur 2 zeigt einen Laboraufbau einer erfindungsgemäßen akustischen Vorrichtung.

Figur 3 stellt das mittels des in Figur 2 abgebildeten Laboraufbaus gemessenen Frequenzspektrum dar.

Figur 4 zeigt beispielhaft einen Schallwandler in Form eines isobarischen Push/Pull-Systems.

Figur 5 skizziert eine alternative Bauform eines isobarischen Push/Pull-Systems.

Figur 6 zeigt einen Laboraufbau zur Ermittlung der Richtwirkung einer akustischen Vorrichtung dessen Schallwandler auf Basis eines Push/Pull-Systems arbeitet.

Figur 7 stellt das mittels des in Figur 6 abgebildeten Laboraufbaus gemessene Frequenzspektrum dar.

Figur 8 zeigt beispielhaft eine erfindungsgemäße Kopfstütze mit Schallführung durch die Haltestangen.

Figur 9 zeigt beispielhaft eine Kopfstütze, bei welchem durch geeignete Ausführung der Schallführung eine Richtwirkung des abgestrahlten Schalls auftritt.

Figur 10 zeigt beispielhaft eine Kopfstütze bei der die Schallaustrittsorte der erfindungsgemäßen Vorrichtung zu einem Flächenstrahler angeordnet sind.

Figur 11 zeigt beispielhaft eine Kopfstütze, bei welcher eine Richtwirkung des austretenden Schalls, sowohl durch gegenphasige Auslöschung, als auch durch Anordnung der Schallaustrittsorte zu einem Flächenlautsprechen, erzielt wird.

Figur 1a) zeigt schematisch den Innenraum eines Kraftfahrzeugs mit zwei einzelnen Sitzen, Fahrer- und Beifahrersitzen, und einer Sitzbank im Fond. Innerhalb eines solchen typischen Fahrzeuginnenraumes wurde die Ausbreitung des von einem in der Mitte oberhalb der Rückenlehne der Sitzbank abgestrahlten Lautsprechersignals gemessen. Figur 1b) zeigt den Leistungsabfall des Lautsprechersignals in Abhängigkeit der Entfernung. Hierbei zeigt Kurve 11 den Leistungsabfall in Richtung 10 des Fahrer und Beifahrersitzes und die Kurve 13 den Leistungsabfall in Richtung 12 der Passagiere auf der Rückbank unter einem Winkel von  $45^\circ$  vom Lautsprecher. Es zeigt sich deutlich, dass die Schalleistung bei jeder Verdopplung des Abstandes um 6 dB abfällt. Das gilt für den unbewerteten Pegel und für die A-Bewertung (Die A-Bewertung berücksichtigt in grober Näherung die subjektive Hörempfindung). Der 6dB-Wert ist der korrekte Wert, sofern wir uns im direkten Schallfeld der Quellen befinden. Das ist im Fahrzeug bis zu dem gemessenen Abstand von 80 cm näherungsweise erfüllt. Ein ideales diffuses Schallfeld (z.B. durch sehr viele Reflektionen) hätte keine Ortsabhängigkeit. Da wir im Fahrzeug diesen 6dB-Wert erreichen ist es sinnvoll die Schallquelle direkt beim Nutzer, also seiner Kopfstütze zu platzieren, damit die weiteren Insassen, bedingt durch größere Abstände nur noch wenig Schall mithören können. Beispielsweise hat der Nutzer einen Abstand zur Schallquelle von 5cm und der nächste Mithörer aber einen Abstand von 40cm. Damit ist für den Mithörer die Schalleistung um 18dB geringer. Wesentlich bei der Erfindung ist, dass sich die Absenkung des Mithörens durch die Abstandabhängigkeit im direkten, nahen Schallfeld ergibt.

Abbildung 2 zeigt den Laboraufbau einer Anordnung bestehend aus einem Druckkammerlautsprecher und einem daran angeschlossenen dünnwandigem Kunststoffrohr. Das Kunststoffrohr 20 hat einen Innendurchmesser von 15mm und ist 1 Meter lang. Der im

Laborsystem eingesetzte Lautsprecher 21 ist ein Messlautsprecher der Firma B&K. Der Druckkammerlautsprecher besteht hierbei aus einem Lautsprecherchassis in einem kleinen druckfestem Gehäuse. Das Luftvolumen an der Membranvorderseite 22 des Lautsprechers bis zum Rohransatz ist sehr gering. In ca. 10cm Abstand senkrecht vor der Rohröffnung wurde ein Messmikrofon 23 platziert. Diese Anordnung wurde zur Durchführung von Messungen in einem akustisch gedämpften Raum aufgebaut.

Figur 3 zeigt zwei Frequenzgangmessungen die mittels des in Figur 2 abgebildeten Laboraufbaus durchgeführt wurden.

Die Kurve A repräsentiert hierbei die Messkurve wie sie aus dem Betrieb des Aufbaus ohne Abdeckung der Schallleitung herrührt. Kurve A zeigt deutliche Resonanzen bei 170, 340, 510, 680, .... Hz. Die Resonanzen entstehen bei den Frequenzen, an denen die Wellenlänge die 2-fache Rohrlänge (und ganzzahlige Bruchteile davon) beträgt.

Die Kurve B beschreibt das Frequenzverhalten des Aufbaus bei erfindungsgemäßem Abschluss der Schallleitung mit einem Felt-Metall 24 mit 35 Rayl. Hierbei wird deutlich, dass die Resonanzen um ca. 10dB reduziert sind und somit näherungsweise ein gerader (linearer) Frequenzgang entsteht.

In den nachfolgenden Ausführungen wird aufgezeigt, wie mit einem akustisch geführten Lautsprechersystem Richtwirkung erzeugt wird. Hierbei zeigt Abbildung 4a) schematisch einen Schallwandler bestehend aus 2 Rohren 40 und 41, einem Gehäuse 42 und zwei identischen Lautsprecherchassis 43 und 44. Der Einbau der beiden Chassis 43 und 44 in das Gehäuse 42 entspricht einem isobarischen Push/Pull System. Die Push/Pull Funktion wird dadurch erreicht, dass die beiden Chassis elektrisch gegenphasig angeschlossen sind, sodass die Membran-



bewegungen gegenläufig sind. Das Luftvolumen zwischen der Membranvorderseite und dem Rohansatz ist sehr gering. In der Box herrscht praktisch immer der gleiche konstante Druck und in den Rohren ein pendelnder gegenphasiger Druck. Diese Anordnung ergibt praktisch einen Dipol-Lautsprecher, wobei zwei gegenphasige punktförmige Schallquellen die Öffnungen der beiden Rohre darstellen. In Figur 4b) ist das die Ansteuerung der beiden Lautsprecherchassis 43 und 44 beschreibende elektrische Ersatzschaltbild aufgezeigt. Um Resonanzeffekte durch die Rohre zu vermeiden, können die Rohrenden wieder mit einem akustischen Material mit einem Wert von ca. 40 Rayl abgeschlossen werden.

Figur 5 skizziert eine alternative Bauform 50 eines isobari-schen Push/Pull-Systems, welches den Vorteil aufweist, dass es die Dipolcharakteristik eines einzelnen Lautsprecherchassis 50 ausnutzt. Hierbei ist das Lautsprechergehäuse in zwei Kammern 51 und 52 unterteilt, denen jeweils der Membranfor-derseite 53 und bzw. der Membranrückseite 54 zugeordnet sind. Damit ergibt sich in beiden Kammern stets ein gegenphasiger Druck, den wir mit „+“ und „-“ unterscheiden. Im Vergleich zum isobarischen Push/Pull System von Figur 4 ist die Kon-struktion hierbei einfacher und es wird nur ein einziges Lautsperrchassis benötigt. Die Einstellung gleicher akusti-scher Bedingungen an den Rohrenden kann hierbei jedoch schwieriger sein, da das Lautsprecherchassis selbst unsymmet-risch ist und damit am Rohranfang unter Umständen akustisch unterschiedliche Verhältnisse vorliegen können.

Figur 6 zeigt schematisch den Laboraufbau zur Vermessung ei-nes isobarischen Push/Pull Systems 60 mit akustischem Ab-schluss der Rohrenden. Eines der Rohre enthält am Ende zu-sätzlich Dämmmaterial 61, um den aus diesem Rohr austretenden Schall breitbandig zu reduzieren. Durch fasriges Dämmmaterial

wurde in dem vorliegenden Beispiel der Schallaustritt um ca. 3dB breitbandig reduziert. Es sind 3 Messmikrofone M1, M2 und M3 angeordnet, mit denen die Richtwirkung der Anordnung gemessen werden soll. Mit „+“ soll die Nutz-Schallquelle bezeichnet werden, „-“ bezeichnet die gegenphasige Kompensations-Schallquelle. Die dabei verwendeten Lautsprecherchassis sind einfache Systeme die für preiswerte Produkte, wie z.B. Fernsehgeräte, eingesetzt werden. Das Gehäuse wurde nicht akustisch optimiert. Mit diesem System kann beispielhaft die breitbandige Richtwirkung gezeigt werden.

In Figur 7 werden die Frequenzgänge mit den Mikrofonen M1, M2 und M3 aufgezeigt. Es ergibt sich für M1 und M2 im Bereich von 70Hz bis 2kHz ein fast deckungsgleicher Frequenzgang. Der räumliche Bereich um M1 und M2 ist der Nutzbereich, hier sollte sich das Ohr des Hörers befinden. M3 ist hier der Nachbarbereich der möglichst wenig beschallt werden soll. Durch den gegenphasigen um 3dB abgesenkten Schall ergibt sich hier eine teilweise Auslöschung, sodass breitbandig 10dB weniger Schall vorhanden ist. Der Nachbarbereich, der in welchen das akustische Signal möglichst wenig übertragen werden soll, wurde im obigen Beispiel durch die Wahl der Bedämpfung von 3dB mit einem Dämmmaterial 61 eingestellt. Soll der Nachbarbereich in einer größeren Entfernung zum Nutzbereich liegen ist dies durch 2 Maßnahmen einstellbar. Die räumliche Entfernung der Rohröffnungen (im obigen Beispiel 8cm) wird vergrößert oder der 3dB Dämpfungswert wird verringert, beispielsweise auf 1 bis 2dB. Die in Figur 7 aufgezeigten Messergebnisse sind selbstverständlich nur beispielhaft und es selbstverständlich, dass durch geeignete akustische Optimierung des von den Schallwandlern ausgesandten Signals mit der selben akustischen Vorrichtung ein noch gleichmäßigerer Frequenzverlauf, sowie eine größere Bandbreite erzielbar sind. Bei einem Rohsystem ergibt sich neben einer Frequenzselektion durch ei-

ne übliche Frequenzweiche, die Möglichkeit durch Dämmmaterialien in Rohr und verschiedene Rohrdurchmesser den übertragenen Frequenzanteil zu beeinflussen.

Durch Einstellung des Dämpfungswerts und des Abstandes der Rohrenden ist für den jeweiligen Anwendungsfall experimentell zu optimieren. Soll z.B. im einem PKW das Mithören von der Kopfstütze des Fahrers zum Beifahrers reduziert werden, so wird sich der Nachbereich etwa 50cm vom Nutzbereich entfernt sein. Die exakte Bestimmung des Dämpfungswertes und der Rohrentfernung hängt auch von der Konstruktion der Kopfstütze ab. Es empfiehlt sich die experimentelle Optimierung im Fahrzeug.

Figur 8 zeigt ein Beispiel für eine akustische Kopfstütze 80 mit Schallführung. Durch die Haltestütze 81 wird der Schall in die Kopfstütze geführt. Die Haltestütze 81 ist als Rohr ausgeführt, vom Ende der Haltestütze 81 führt ein weiteres Rohrelement 82 schließlich zu der Öffnung. Die Öffnungen sind in unmittelbarer Nähe der Ohren des Hörers. Es ist besonders gewinnbringend wenn entsprechend auch die zweite Haltestütze 83 der Kopfstütze als rohrförmiger Schallleiter mit weiteren Rohrelementen ausgeführt wird. Beide Rohrsysteme können dann entweder gleiche Signal aus einem Lautsprechersystem erhalten oder auch verschiedenen Signale um beispielsweise Stereophonie zu erzeugen. Als Schallwandler kann bei einem solchen System beispielsweise ein Druckkammersystem verwendet werden.

Abbildung 9 zeigt eine akustische Kopfstütze 90, wobei auf der Rückseite der Kopfstütze eine Öffnung 91 für das gegenphasige Signal vorhanden ist. Gezeigt ist hier nur die Anordnung für eine Seite der Kopfstütze, also nur für ein Ohr. Das Ohr des Hörers soll von dem mit „+“ bezeichneten Schall erreicht werden. In die seitliche Richtung oder nach hinten soll für die Mithörer eine teilweise Kompensation mit dem „-“

Schall erfolgen. Es ist vorteilhaft die Rohrlängen für den „+“ und „-“ Schall gleich lang zu wählen, um möglich gleichartige Frequenzgänge zu erhalten. Als Lautsprecher kann hierbei vorteilhaft ein isobarisches Push/Pull-System verwendet werden.

Eine Alternative zur Erzeugung von Richtwirkung ist mehrere Rohre mit dem gleichen Schallanteil zu verwenden und die Öffnungen dieser Rohre in einer Fläche anzuordnen. Diese Fläche enthält so gewissermaßen viele akustische Punktquellen. Die Quellen in der Fläche simulieren eine große abstrahlende Fläche. Abstrahlende Flächen zeigen eine deutliche Richtwirkung, wenn die Ausdehnung der Fläche die Größenordnung der akustischen Wellenlänge erreicht. Ist die Ausdehnung der Fläche größer als die Wellenlänge, sind die Laufzeitunterschiede der Quellen groß, und damit ist die resultierende Richtwirkung besonders stark.

Abbildung 10 zeigt ein einfaches Beispiel einer Kopfstütze 100, wobei 3 Rohrenden 101, 102 und 103 zur Schallerzeugung und Richtwirkung beitragen. Vorteilhaft ist die gleiche Länge der verwendeten Rohrleitungen 101, 102 und 103, um gleiche akustische Eigenschaften zu erhalten. Es können parallel geführte Rohrleitungen oder eine verzweigte Rohrleitung verwendet werden. Die drei Schallquellen 104 sind in dem in Figur 10 aufgezeigten Beispiel übereinander angeordnet. Die Übereinander-Anordnung von Schallquellen ist durch die Saalbeschallung mit Säulenlautsprechen bekannt. Hierdurch wird eine horizontale Richtwirkung der Anordnung erreicht und die Schallabstrahlung zur Decke (und zum Boden) vermindert (horizontale Bündelung).

Werden mehrere Schallquellen in einer Fläche nebeneinander und übereinander angeordnet so wird neben der horizontalen

Bündelung auch die vertikale Bündelung erreicht. Im Vergleich zu dem bekannten Säulenlautsprecher ist die möglich Anordnung von Schallquellen an einer Kopfstütze durch die geringe Fläche beschränkt. Z.B. entsprechen 10cm Wellenlänge einer Frequenz von 3,4kHz. Eine deutliche Richtwirkung setzt bei einer Quellenausdehnung von etwa einem viertel der Wellenlänge ein. Eine Quellenausdehnung von 10cm wirkt damit ab Wellenlängen von 40cm (und geringer). 40cm entsprechen grob 1kHz. Für die Anwendung in Kopfstützen mit zur Verfügung stehenden „akustischen“ Flächen in der Abmessung von z.B. 10cm x 10cm ist die dargestellte Vorgehensweise mit mehreren Rohröffnungen somit ab ca. 1kHz in Sinne der gesteigerten Richtwirkung wirksam. Die Kombination von Richtwirkung durch mehrere gleichphasige Rohenden und durch die Richtwirkung mit gegenphasigen Rohenden ist möglich.

Figur 11 zeigt beispielhaft eine Kopfstütze 110 welche die Kombination von zwei Richtwirkungsanteilen aufweist. Für mittlere Frequenzen, z.B. ab 1kHz wirken die mehrere Rohrenden ~~111 auf der Vorderseite der Stütze als Richtstrahler zum~~ Ohr. Auf der Rückseite der Kopfstütze ist ein Rohrende 112 mit gegenphasigen Schall zur Auslöschung von seitlichem und rückwärtigem Schall. Diese seitlich/rückwärtige Löschung ist vorwiegend für Frequenzen unterhalb 1kHz wirksam.

Für hohe Frequenzen, wie z.B. ab 10kHz, ist die Richtwirkung von sehr kleinen üblichen Kolben-Lautsprechern bereits sehr deutlich. Bei 10kHz ist die Wellenlänge ca. 3,4cm. Grob ab einem Viertel Membrandurchmesser, also ab ca. 0,8cm eine deutliche Richtwirkung vorhanden. Somit sind Lautsprecher mit einen Durchmesser in der Größenordnung 1cm als Richtstrahler für hohe Frequenzen geeignet.

Für die akustische Kopfstütze ergeben sich 2 Möglichkeiten Richtwirkung für hohe Frequenzen zu erzielen. Bei Rohrdurchmessern in der Größenordnung 1cm ergeben sich für hohe Frequenzen von selbst eine Richtwirkung. Alternative kann für hohe Frequenzen ein kleiner konventioneller Lautsprecher eingesetzt werden. Die hohen Frequenzen werden dann über diesen kleinen Lautsprecher wiedergegeben. Designeinschränkungen und Verletzungsgefährdung bei einem Unfall sind durch den kleinen Lautsprecher in der Größenordnung 1cm Durchmesser gering. Der Leistungsbedarf ist für hohe Frequenzen deutlich geringer als für mittlere und tiefe Frequenzen, sodass auch für den Leistungsbedarf der kleine Lautsprecher ausreicht.

Durch die Aufteilung in ein Rohrsystem für mittlere und tiefe Frequenzen und für einen kleinen Lautsprecher für hohe Frequenzen ergibt sich eine Mehrwegesystem. Mehrwegesystem sind beim Lautsprecherbau bekannt. Sie erfordern eine sogenannte Frequenzweiche um die einzelnen Chassis mit den für sie vorgesehenen Signalanteilen anzusteuern.

Selbstverständlich beschränkt sich die Verwendung der erfindungsgemäßen akustischen Vorrichtung nicht auf eine Verwendung in einer Kopfstütze sondern kann in gewinnbringender Weise vor allem dort zum Einsatz kommen wo beschränkter Bau-raum zur Integration von akustischen Schallquellen vorhanden ist, oder in denen die Integration konventioneller Schallwandler aus Sicherheitsgründen nicht geboten scheint.

## Patentansprüche

1. Akustische Vorrichtung zur Erzeugung von Audiosignalen, bei welcher der Schallwandler und der wenigstens eine Schall-  
5 läustrittsort räumlich voneinander getrennt sind, der Schallwandler über wenigstens eine luftführende Schallleitung mit dem Schallaustrittsort in Verbindung steht, und bei welcher an dem wenigsten einen Schallaustrittsort ein Mittel vorgesehen ist, um eine akustische Impedanzanpassung  
10 der Luft in der Schallleitung und der Umgebungsluft zu erreichen, um Resonanzeffekte zu vermindern, und das Mittel zur akustischen Resonanzanpassung aus einem Material besteht, welches die akustische Impedanz von Luft aufweist,  
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
und wobei dieses Material flächig und schlüssig über dem wenigstens einen Schallaustrittsort angebracht ist.
2. Akustische Vorrichtung nach Anspruch 1,  
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass es sich bei dem, die akustische Impedanz von Luft aufweisenden Material, um ein fasriges und/oder poröses Material, insbesondere um Filz, Schwammmaterial, ungewebten Stoff oder Felt-Metall, handelt.
- 25
3. Akustische Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Vorrichtung über wenigstens zwei Schallleitungen verfügt,  
wobei der gemeinsam aus den Schallleitungen austretende Schall, durch die Gestaltung der Schallleitung und/oder durch  
5 die Art und Weise der Einspeisung des Schalls durch den Schallwandler, durch Überlagerung in einer Vorzugsrichtung einen hohen Schallpegel und in einer unterwünschten Richtung einen geringeren Schallpegel aufweist.

10 4. Akustische Vorrichtung nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Schallaustrittsorte der einzelnen Schallleitungen so zueinander angeordnet sind, dass sich ein Flächenstrahler ausbildet.

15

5. Akustische Vorrichtung nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Flächenstrahler zusätzlich zu den Schallaustrittsorten der einzelnen Schallleitungen einzelne konventionelle  
20 Lautsprecher umfasst.

6. Akustische Anordnung nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass als konventionelle Lautsprecher kleine Hochtöner verwen-  
25 det werden, welche zur Abstrahlung der hohen Frequenzen innerhalb des hörbaren Frequenzspektrums geeignet sind.

7. Akustische Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
30 dadurch gekennzeichnet,  
dass zur Erzeugung einer akustischen Richtwirkung die Schallaustrittsorte sowohl im Sinne eines Flächenlautsprechers angeordnet sind, zum anderen aber auch eine Richtwirkung durch gegenphasige Auslöschung entsteht.



8. Akustische Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
5 dass als Schallwandler ein isobarisches Push/Pull-System verwendet wird.

9. Akustische Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
10 dadurch gekennzeichnet,  
dass die Schallaustrittsorte in der Kopfstütze eines Fahrzeugsitzes angebracht sind  
und sich die Schallwandler außerhalb der Kopfstütze befinden.

15 10. Akustische Vorrichtung nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Haltestangen der Kopfstütze zur akustischen Schallleitung verwendet werden.

20.

10/535147

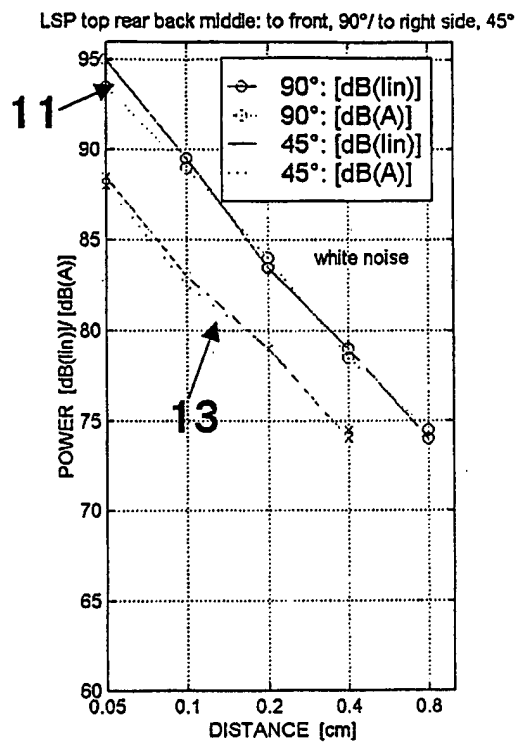
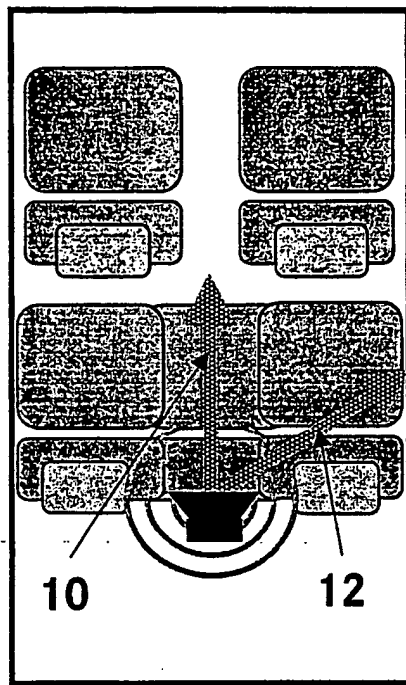


Fig. 1

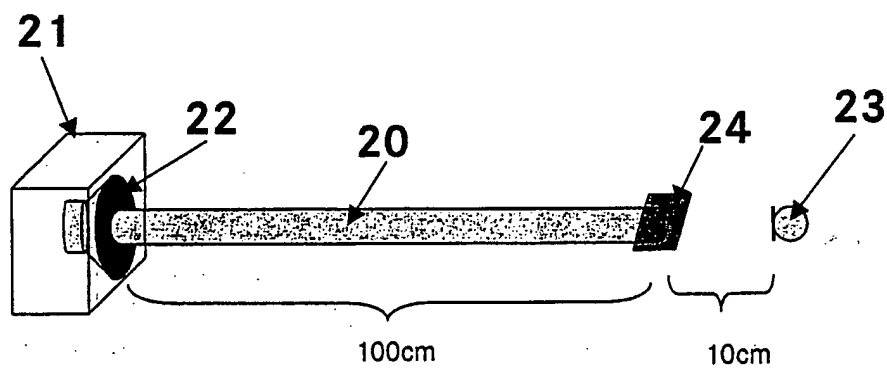


Fig. 2

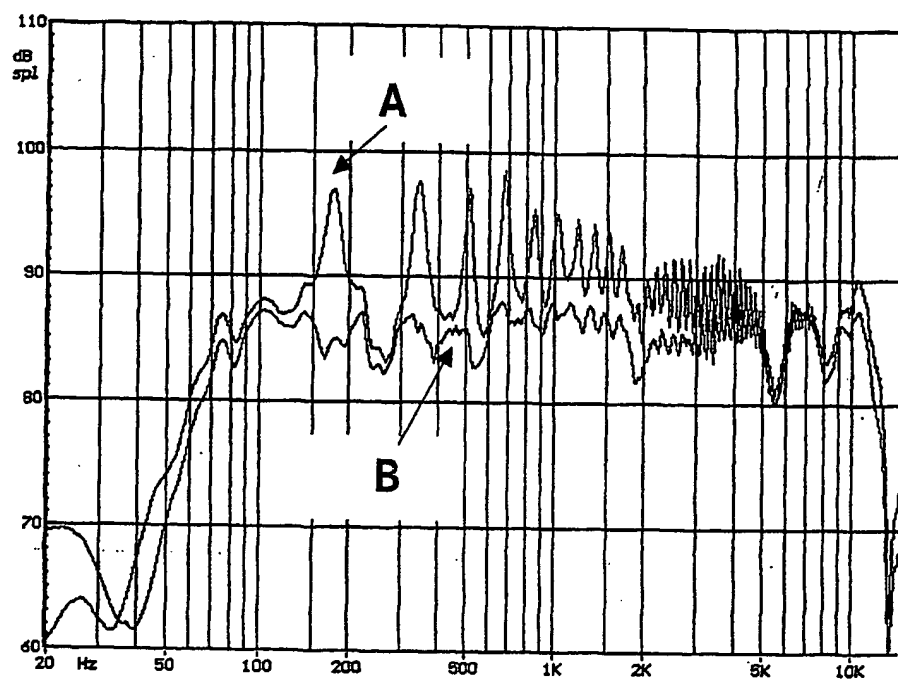


Fig. 3

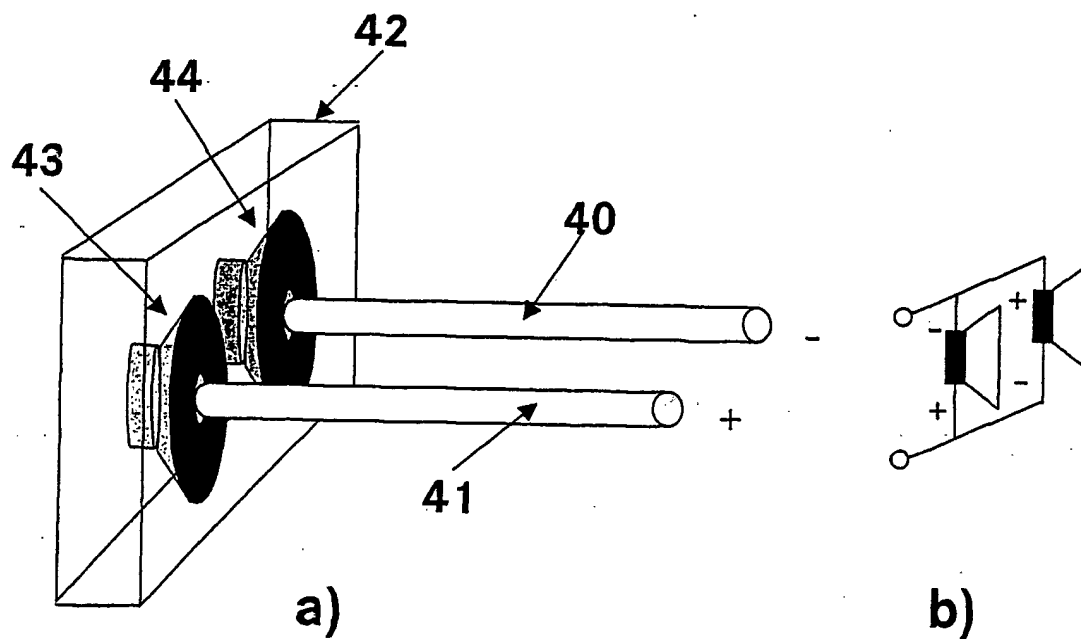


Fig. 4

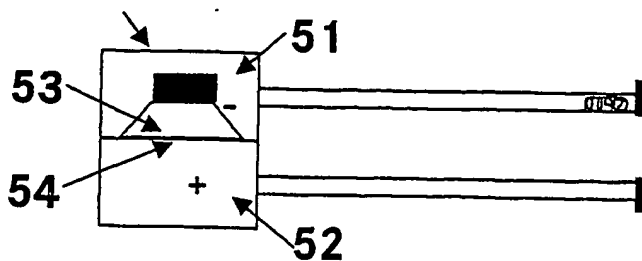


Fig. 5

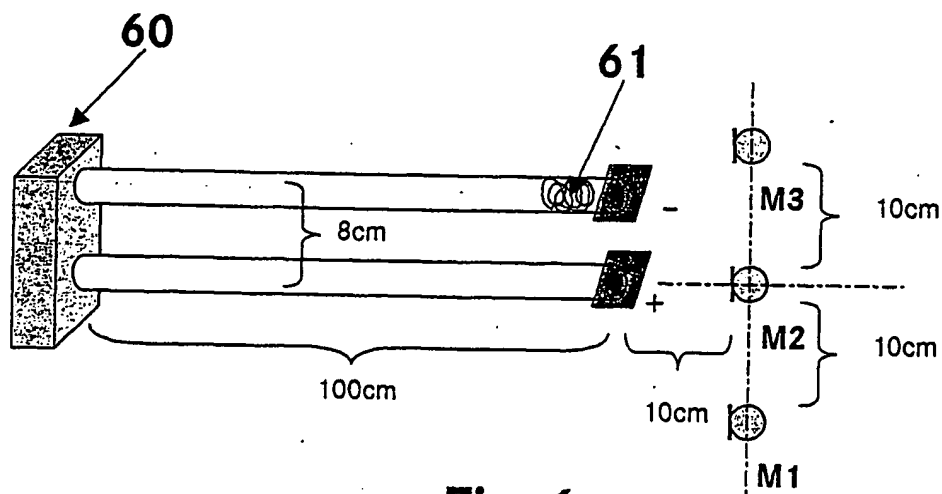


Fig. 6

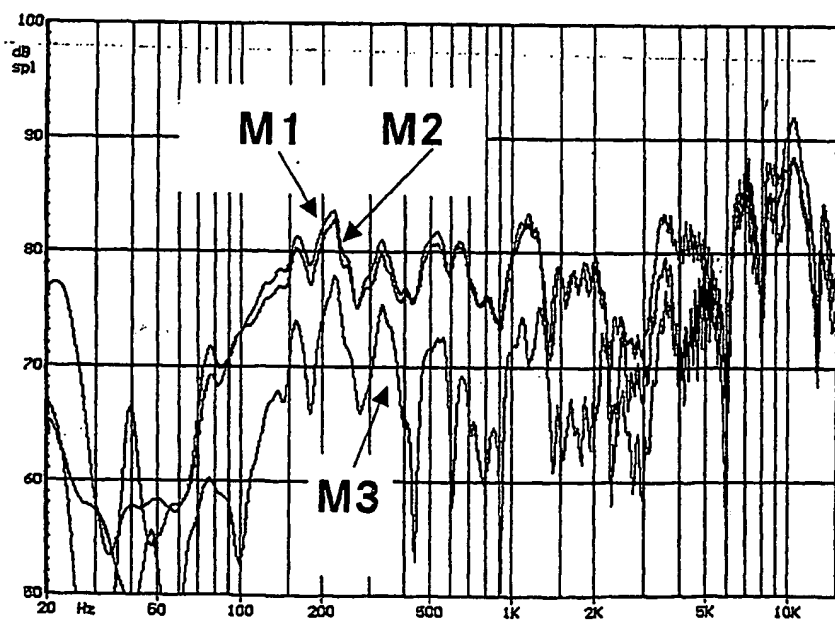


Fig. 7

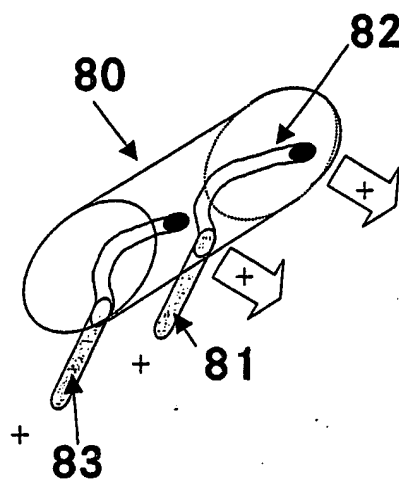


Fig. 8

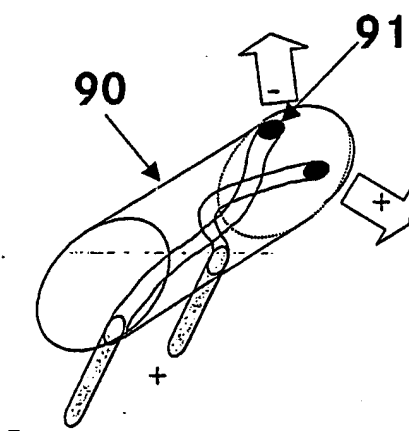


Fig. 9

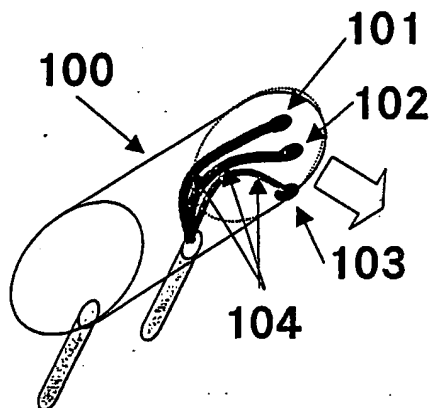


Fig. 10

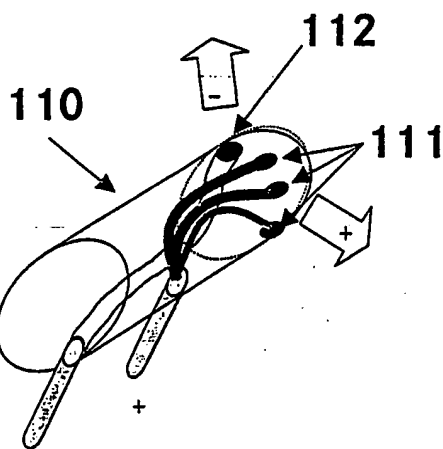


Fig. 11

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/12989

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H04R1/30 H04R1/28 H04R1/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04R B60R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 101 06 355 C (WOCO FRANZ JOSEF WOLF & CO GMB) 2 October 2002 (2002-10-02) the whole document	1,9,10
A	EP 1 077 156 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 21 February 2001 (2001-02-21) abstract column 1, line 13 - line 38; figure 1 column 8, line 43 - line 51; figure 13	1,9
A	US 5 170 435 A (GREENBERGER HAL ET AL) 8 December 1992 (1992-12-08) abstract column 2, line 25 - column 3, line 34; figures 1-4 column 6, line 25 - line 37; figure 8 -/-	1,3,8

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*S\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 February 2004

Date of mailing of the international search report

05/03/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gerken, S

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/12989

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 799 264 A (PLUMMER JAN P) 17 January 1989 (1989-01-17) column 6, line 55 -column 7, line 7; figure 1	1,2
A	US 3 892 288 A (KLAYMAN ARNOLD I ET AL) 1 July 1975 (1975-07-01) abstract column 2, line 16 - line 23; figures 2,5	1,2
A	EP 0 334 238 A (YAMAHA CORP) 27 September 1989 (1989-09-27) cited in the application abstract column 9, line 19 -column 10, line 51; figure 9A	1,2



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/12989

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10106355	C	02-10-2002	DE 10106355 C1	02-10-2002
EP 1077156	A	21-02-2001	DE 19938170 A1 EP 1077156 A1	08-03-2001 21-02-2001
US 5170435	A	08-12-1992	NONE	
US 4799264	A	17-01-1989	AT 145779 T CA 1329143 C DE 3855686 D1 DE 3855686 T2 EP 0334949 A1 JP 2502328 T JP 3266604 B2 KR 9603849 B1 WO 8903161 A1	15-12-1996 03-05-1994 09-01-1997 05-06-1997 04-10-1989 26-07-1990 18-03-2002 22-03-1996 06-04-1989
US 3892288	A	01-07-1975	NONE	
EP 0334238	A	27-09-1989	JP 1143591 U DE 68919495 D1 DE 68919495 T2 EP 0334238 A2 US 5173575 A	02-10-1989 12-01-1995 20-07-1995 27-09-1989 22-12-1992

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Aktenzeichen

PCT/EP 03/12989

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H04R1/30 H04R1/28 H04R1/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H04R B60R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 101 06 355 C (WOCO FRANZ JOSEF WOLF & CO GMB) 2. Oktober 2002 (2002-10-02) das ganze Dokument	1,9,10
A	EP 1 077 156 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 21. Februar 2001 (2001-02-21) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 13 - Zeile 38; Abbildung 1 Spalte 8, Zeile 43 - Zeile 51; Abbildung 13	1,9
A	US 5 170 435 A (GREENBERGER HAL ET AL) 8. Dezember 1992 (1992-12-08) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 25 - Spalte 3, Zeile 34; Abbildungen 1-4 Spalte 6, Zeile 25 - Zeile 37; Abbildung 8 -/-	1,3,8



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

26. Februar 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

05/03/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gerken, S

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/12989

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 799 264 A (PLUMMER JAN P) 17. Januar 1989 (1989-01-17) Spalte 6, Zeile 55 - Spalte 7, Zeile 7; Abbildung 1	1,2
A	US 3 892 288 A (KLAYMAN ARNOLD I ET AL) 1. Juli 1975 (1975-07-01) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 16 - Zeile 23; Abbildungen 2,5	1,2
A	EP 0 334 238 A (YAMAHA CORP) 27. September 1989 (1989-09-27) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Spalte 9, Zeile 19 - Spalte 10, Zeile 51; Abbildung 9A	1,2

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/12989

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10106355 C	02-10-2002	DE 10106355 C1	02-10-2002
EP 1077156 A	21-02-2001	DE 19938170 A1	08-03-2001
		EP 1077156 A1	21-02-2001
US 5170435 A	08-12-1992	KEINE	
US 4799264 A	17-01-1989	AT 145779 T	15-12-1996
		CA 1329143 C	03-05-1994
		DE 3855686 D1	09-01-1997
		DE 3855686 T2	05-06-1997
		EP 0334949 A1	04-10-1989
		JP 2502328 T	26-07-1990
		JP 3266604 B2	18-03-2002
		KR 9603849 B1	22-03-1996
		WO 8903161 A1	06-04-1989
US 3892288 A	01-07-1975	KEINE	
EP 0334238 A	27-09-1989	JP 1143591 U	02-10-1989
		DE 68919495 D1	12-01-1995
		DE 68919495 T2	20-07-1995
		EP 0334238 A2	27-09-1989
		US 5173575 A	22-12-1992